

**MODELATGE I SIMULACIÓ (SIMIO) DE LA GESTIÓ DELS EQUIPATGES
ALS AEROPORTS**

Memòria del Treball Fi de Grau
Gestió Aeronàutica
realitzat per
Jessica Brunet Fibla
i dirigit per
Daniel Riera i Terrén
Sabadell, 05 de Juliol de 2016

El sotasignat, DANIEL RIERA I TERRÉN
Professor/a de l'Escola d'Enginyeria de la UAB,

CERTIFICA:

Que el treball a què correspon aquesta memòria ha estat realitzat sota la seva direcció per en/na JESSICA BRUNET FIBLA

I per tal que consti firma la present.



Signat:

Sabadell, 05 de Juliol de 2016

FULL DE RESUM – TREBALL FI DE GRAU DE L'ESCOLA D'ENGINYERIA

Títol del Treball Fi de Grau: Modelatge i simulació (SIMIO) de la gestió dels equipatges als aeroports	
Autor[a]: Jessica Brunet Fibla	Data: Juliol 2016
Tutor[a]/s[es]: Daniel Riera i Terrén	
Titulació: Gestió Aeronàutica	
Paraules clau <ul style="list-style-type: none">• Català: SIMIO, SATE, aeroport, handling, equipatge, mostrador.• Castellà: SIMIO, SATE, aeropuerto, handling, equipaje, mostrador.• Anglès: SIMIO, SATE, airport, handling, baggage, check-in.	
Resum del Treball Fi de Grau <ul style="list-style-type: none">• Català: Aquest treball intenta explicar com funciona la gestió dels equipatges facturats, partint del moment, que e l'equipatge es deixa al mostrador de facturació fins que arriba a la corresponent aeronau. Conjuntament amb una simulació amb el software SIMIO s'analitzarà i es veurà d'una manera clara, tot aquest procediment, i per tant, es podran veure on poden sorgir problemes i possibles millores a considerar-les.• Castellà: Este trabajo intenta explicar cómo funciona la gestión de los equipajes facturados, partiendo del momento, que el equipaje se deja en el mostrador de facturación hasta que llega a la correspondiente aeronave. Conjuntamente con una simulación con el software SIMIO se analizará y se vera de una manera clara, todo este procedimiento, y por tanto, se podrán ver donde pueden surgir problemas y posibles mejoras para considerarlas.• Anglès: This project tries to explain how the airport baggage management network works, starting at the moment when the baggage is left at the check-in counter till the moment it arrives to the right company airplane. Jointly, with a SIMIO software simulation, this process will be analysed and exposed clearly, so it will be possible to see where the problems can appear and check some solutions for them.	

Índex

Capítol 1: Introducció

1.	Introducció	pàg.9
1.1.	Breu introducció a l'estat del art del tema proposat	pàg.11
1.2.	Objectiu/s del treball	pàg.13
1.3.	Estudi de viabilitat d'un projecte	pàg.14
1.3.1	Viabilitat tècnica	pàg.14
1.3.2	Viabilitat operacional	pàg.14
1.3.3	Viabilitat econòmica	pàg.15
1.3.4	Viabilitat legal	pàg.15
1.4.	Planificació temporal del treball	pàg.16

Capítol 2: Conceptes bàsics

2.	Conceptes bàsics i assistència als equipatges	pàg.17
2.1.	Generalitats	pàg.19
2.2.	Conceptes bàsics	pàg.19
2.3.	Etiquetes	pàg.20
2.3.1.	Equipatge ON-LINE	pàg.20
2.3.2.	Equipatge INTERLINE	pàg.20
2.3.3.	Equipatge amb etiqueta mecanitzada	pàg.21
2.3.4.	Resguard d'etiqueta d'identificació d'equipatge	pàg.21
2.3.5.	Equipatge diferenciat	pàg.21
2.4.	Classificació de l'equipatge	pàg.22
2.5.	Procediment per efectuar la facturació del equipatge	pàg.23

Capítol 3: SATE. Sistema automatitzat de tractament d'equipatges

3.	Sistema Automatitzat de Tractament d'Equipatges (SATE)	pàg.25
3.1.	Introducció	pàg.27
3.2.	Criteris de disseny	pàg.27
3.3.	Justificació del SATE	pàg.28
3.4.	Parts integrants del sistema	pàg.28

3.5.	Procés d'inspecció del equipatge	pàg. 29
------	--	---------

Capítol 4: Creació del model en SIMIO

4.	Creació del model en SIMIO	pàg.31
4.1.	Introducció	pàg.33
4.2.	Característiques de la simulació	pàg.34
4.3.	Model per a simular	pàg.36
4.3.1.	Característiques del aeroport	pàg.37
4.3.2.	Entitats	pàg.39
4.3.3.	Característiques de la simulació i processos	pàg.44
4.3.4.	Comportaments estudiats a través de la simulació	pàg.48

Capítol 5: Conclusions

5.	Conclusions	pàg.49
5.1.	Conclusions i propostes	pàg.51

Capítol 6: Bibliografia i referències

6.	Bibliografia i referències	pàg.53
6.1.	Bibliografia i referències	pàg.55

Capítol 1: Introducció

1. Introducció

1.1 Breu introducció a l'estat del art del tema proposat

El transport aeri es realitza per mitjà d'una estructura complexa d'activitats on intervenen diversos components i serveis. El treball se centrarà, amb el servei que sofreixen els equipatges que portem en un aeroport.

La motivació per a tractar aquest tema, ha sigut el quasi desconeixement que es té sobre aquest àmbit. És a dir, un usuari no sap tots aquells procediments i controls que passa el seu equipatge una vegada s'ha facturat al mostrador. Amb això, el que és pretén és veure d'una manera clara i entenedora tot el viatge que fan els equipatges i els diferents passos que segueixen per arribar al seu destí, sense que teòricament es puguin perdre.

Primerament, per entendre el concepte sobre el qual es tractarà, s'entén com equipatge, els articles i propietats personals d'un passatger, necessaris o adequats per al seu ús, comoditat o conveniència durant el viatge. Una vegada establert el concepte d'equipatge, en distingirem dos tipus. Es defineix com equipatge facturat, aquell entregat pel passatger, sota custòdia del que respon exclusivament el transportista, el qual ha emès un taló per aquest. I per altra banda, està l'equipatge en cabina, que queda baix la custòdia i responsabilitat del passatger. Aquest inclou els articles necessaris o accessoris personals que cada passatger pot transportar normalment a la cabina de passatgers sense cap tipus de càrrec addicional.

En el cas d'aquest treball, es farà referència al primer tipus d'equipatge, és a dir, aquell que el passatger entrega, i durant el viatge, està baix custòdia del transportista. El procediment que segueix aquest equipatge facturat, per un usuari es casi bé desconegut, ja que avui dia, l'aviació comercial presenta procediments cada vegada més complicats per al tractament d'equipatges. Aquest procediment és una part integral del procés complet al viatge d'un passatger, així que, qualsevol fallo amb aquest tractament trastorna el procediment, generant conseqüències més importants com major sigui la capacitat dels avions en servei, és a dir, com més escales existeixin.

El que podrem trobar a la memòria del projecte primerament, és tot els conceptes teòrics que permetin entendre posteriorment el procediment integral del tractament de les maletes.

Tot aquest procediment és el que es veurà a la segona part del projecte. S'utilitzarà l'eina de simulació SIMIO, per veure com funciona el procediment de manipulació de l'equipatge que deixem als mostradors de facturació. És a dir, anirà des d'on el passatger deixa la maleta (als mostradors), fins al destí on el passatger tingui el vol, on allí mateix l'aeroport de destí, podrà recollir, si tots els procediments del tractament d'equipatges han estat correctes, el seu equipatge facturat.

Per acabar, amb l'última part del projecte, el que es veurà seran totes aquelles conclusions que es podran extreure a partir de repetides simulacions que es faran amb el software SIMIO. Amb aquestes conclusions, com ja s'ha comentat anteriorment, ja que en el transport aeri intervenen diversos components o serveis, es veurà si a partir de un anàlisi exhaustiu del procediment de les maletes, es poden reduir els temps d'altres subprocediments que s'integren en aquest. D'aquesta manera, és podrà veure si es pot reduir el temps per a la facturació d'equipatges, que un passatger té.

El que s'espera d'aquest projecte és efectuar tot el que s'ha nomenat anteriorment, i també complir amb els objectius que s'establiran per a què s'efectuï correctament. Aquests objectius els podrem trobar en l'apartat de continuació.

1.2 Objectiu/s del treball

El que es pretén complir amb l'execució del treball, és mitjançant la recerca i anàlisi de tot el que coneixem en l'àmbit teòric del procediment integral dels equipatges facturats, es planteja com a objectiu principal, és **analitzar mitjançant la simulació el funcionament del procediment de transport d'equipatges**. Amb això s'inclou, des de quan el passatger deixa el seu equipatge al mostrador de facturació, fins que aquest mateix equipatge arriba fins a l'avió. Això comporta una sèrie de procediments i recorreguts que el que es farà amb aquesta simulació és veure d'una manera clara i entenedora tot el que passa aquest equipatge que ha estat facturat anteriorment.

Per assolir aquest objectiu principal que es té, també s'hauran de complir diferents objectius parcials. Primer que res, s'assolirà l'objectiu, de conèixer totes aquelles coses necessàries que poden ser d'interès, per entendre bé el procediment i els motius pel qual existeixen els diferents passos, i així, entenem del motiu pel qual es fa d'aquella determinada manera. Per exemple, el d'identificar la maleta, des del seu propietari, fins on ha d'arribar aquesta. També s'estudiarà les diferents maneres que existeixen per al transport dels equipatges, ja que avui en dia la tecnologia s'està millorant constantment en aquest àmbit, i existeixen diferents variants de mecanismes per executar el procediment.

Tot seguit, una vegada assolit aquest primer objectiu parcial, es passaria a complir amb l'objectiu principal que s'ha esmenat amb anterioritat, és a dir, desenvolupar el model de simulació del procediment a analitzar així com un conjunt d'escenaris que ens permetin fer millores en el procés. Amb aquest objectiu, el que es vol és entendre d'una manera visual de tot el recorregut que porten les maletes per arribar al seu avió corresponent i que no s'extraviïn i facin cap a un avió amb una destinació que no pertoca.

Per acabar, l'últim objectiu parcial i també l'últim del treball, una vegada dut a terme i assolits els objectius anteriors, és el de treure les conclusions oportunes i veure si veient els temps que hi ha establerts per embarcar els equipatges facturats, es poden modificar els temps de diferents procediments que existeixen paral·lelament del nostre. Per exemple un que podríem veure clarament és, la possibilitat de reduir el temps que és necessari per a una companyia facturar els equipatges corresponents per part dels passatgers.

1.3 Estudi de viabilitat d'un projecte

Per començar, i saber si un projecte és viable, s'investigarà sobre la temàtica del procediment de la facturació de les maletes, i es veurà si aquest estudi determina si és econòmica, operacional i tècnicament viable i digne per a desenvolupar.

La viabilitat del desenvolupament d'aquest projecte engloba diferents punts de viabilitats, aquestes són, tècnica, operacional, econòmica i per acabar està la legal.

1.3.1 Viabilitat tècnica

En aquest apartat, en el nostre projecte el que podem és quantificar en la mesura possible els objectius, per estimar els recursos necessaris. Aquests recursos van de la disposició d'un ordinador fins al software corresponent per fer la simulació. Els objectius que existeixen, són totalment assolibles tenint en compte els recursos que existeixen avui en dia, des de citacions bibliogràfiques fins a la cerca per internet, pel que fa per al coneixement del tema, també es pot disposar del recurs del software, com s'ha comentat anteriorment. El risc que hi ha per al desenvolupament de la simulació es basa bàsicament amb la dificultat de modelar tot els procediments que existeixen en el recorregut dels equipatges. Aquest projecte és viable tècnicament, ja que seria una manera per veure la funcionalitat, el rendiment i les restriccions que existirien en el procediment, i per veure on pot fallar quan a un passatger se li pot perdre la maleta.

1.3.2 Viabilitat operacional

En l'àmbit de la viabilitat operacional fa referencia a si el compliment d'aquesta satisfaria les necessitats de tothom. Com podrem veure, a causa de l'execució d'aquest projecte, es podrà veure quins punts el procediment no s'està executant correctament, o si hi ha algun punt que no està funcionant com hi hauria. Si fos així, es podrà proposar una solució a tal problemàtica, i així, garantir la fiabilitat del sistema. Concloent, que el servei que s'està donant l'usuari es compleix correctament, i el passatger no ha de preocupar-se per si la seva maleta arribarà o no al destí correctament.

1.3.3 Viabilitat econòmica

La viabilitat econòmica fa referència, a l'anàlisi dels costos i beneficis per a determinar la viabilitat del projecte. És veurà com el projecte es basa amb la recerca d'informació i posteriorment la modulació del projecte, es podrà veure com és un projecte totalment viable, ja que els costos que pot ocasionar són la llicència del software SIMIO així com l'ordinador que s'utilitzarà per dur-lo a terme. Els beneficis d'aquesta implementació serà complir amb l'objectiu principal, aquest és veure amb la simulació del procediment dels equipatges, i veure si pot reduir altres procediments que estiguin lligats amb el nostre. Així doncs, amb els recursos que ja he comentat amb anterioritat, es poden arribar als objectius del projecte, d'aquesta manera, els beneficis que s'esperen aconseguir amb l'execució del projecte compensen els costos que pugui ocasionar el desenvolupament d'aquest.

1.3.4 Viabilitat legal

Per acabar, l'última viabilitat que s'estableix per aquest projecte és la legal, amb aquesta fem referència a la determinació de qualsevol possible infracció, violació o il·legalitat que pot resultar del desenvolupament o implementació del sistema. Com es podrà veure, el projecte compleix la normativa correctament, i no ofereix cap il·legalitat, per a portar a cap el seu desenvolupament.

1.4 Planificació temporal del treball

La planificació que es seguirà per l'elaboració d'aquest projecte serà la següent.

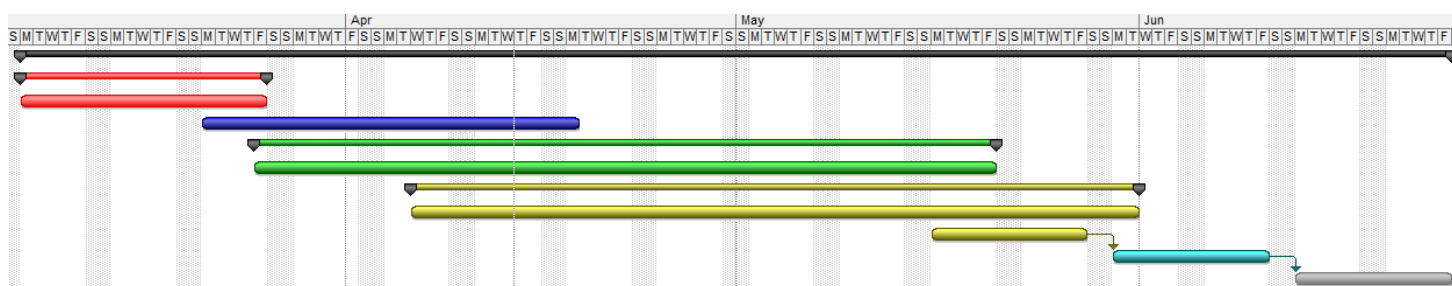
Planificació temporal TFG	80 dies	07/03/2016	24/06/2016
1. Recerca informació	15 dies	07/03/2016	25/03/2016
Recerca d'informació bibliogràfica	15 dies	07/03/2016	25/03/2016
Informe previ	21 dies	21/03/2016	18/04/2016
2. Desenvolupament primera part TFG	41 dies	25/03/2016	20/05/2016
Conceptes bàsics i teòrics sobre els equipatges	41 dies	25/03/2016	20/05/2016
3. Desenvolupament segona part TFG	40 dies	04/04/2016	27/05/2016
Creació i disseny del model de simulació	40 dies	04/04/2016	27/05/2016
Anàlisi i extracció de resultats obtinguts	10 dies	16/05/2016	27/05/2016
Conclusions i verificació d'objectius	10 dies	30/05/2016	10/06/2016
Revisió i entrega memòria final	10 dies	13/06/2016	24/06/2016

Imatge 1: Planificació

Assignació TFG	17 dies	11/02/2016	04/03/2016
Lliurament d'informes previs	5 dies	18/04/2016	22/04/2016
Lliurament de memòries TFG	4 dies	01/07/2016	06/07/2016
Presentació dels treballs	5 dies	18/07/2016	22/07/2016

Imatge 2: Planificació

Com es podrà observar a continuació, apareix el diagrama de Gantt on d'una manera més esquemàtica es pot veure com es desenvoluparan les tasques, així com també amb el període que es realitzaran.



Imatge 3: diagrama GANTT

Capítol 2: Conceptes bàsics

2. Conceptes Bàsics i assistència als equipatges

2.1 Generalitats

Per començar i com ja vam definir anteriorment, s'entén com equipatge, els articles i propietats personals d'un passatger, necessaris o adequats per al seu ús, comoditat o conveniència durant el viatge. Existeixen dos tipus d'equipatge. L'equipatge facturat, és aquell entregat pel passatger, sota custòdia del que respon exclusivament el transportista, el qual ha emès un taló per aquest. I per altra banda, està l'equipatge en cabina, que queda baix la custòdia i responsabilitat del passatger. Aquest inclou els articles necessaris o accessoris personals que cada passatger pot transportar normalment a la cabina de passatgers sense cap tipus de càrrec addicional.

El disseny de la facturació d'un aeroport depèn del tractament que es vulgui donar a l'equipatge. Al principi de l'aviació comercial, l'equipatge era quelcom accessori, i el maneig d'aquest no representava cap problema, només el seu volum i el pes a l'hora de carregar-ho a l'avió. El desenvolupament actual de l'aviació comercial presenta procediments cada vegada més complicats amb el tractament d'equipatges, sistema que avui en dia la majoria d'aeroports disposen, és l'anomenat sistema SATE (sistema automàtic de tractament d'equipatges), el funcionament d'aquest sistema es podrà trobar més endavant en aquest projecte.

El tractament d'equipatges és una part integral del procés complet del viatge del passatger, a causa d'això, hi ha tres elements de principal interès per a les aerolínies respecte a l'equipatge:

- Seguretat de l'avió i de l'aeroport.
- Seguiment de l'equipatge durant el recorregut i assegurar l'arribada al seu destí.
- Seguretat de l'equipatge al destí.

2.2 Conceptes bàsics

El sistema de tractament d'equipatges és un factor que ha de tenir-se en compte al projecte de la terminal. Algunes terminals poden necessitar sistemes automatitzats molt costosos a diferència d'altres que és suficient amb cintes transportadores.

Segons IATA els següents principis han de contribuir a l'eficiència d'un sistema de tractament d'equipatges, aquests principis els contemplarem amb més detall a l'apartat on s'explicarà el sistema més utilitzat avui en dia, on aquest és el SATE.

2.3 Etiquetes

Com ja sabem, en tot equipatge facturat s'hi adhireix una etiqueta. Aquesta etiqueta, és el document emes per la Companyia Transportista o per la companyia handling, amb l'objectiu d'identificar cada equipatge facturat i on la custodia l'assumeix la Companyia Transportista. A l'hora de facturar aquest document, una de les parts s'uneix a l'equipatge i l'altra s'entrega al passatger com a resguard.

2.3.1. Equipatge ON-LINE

L'equipatge ON-LINE es el transportat d'origen a destí final en un sol vol, amb independència de les escales de trànsit que realitzi l'avió abans d'arribar al destí final. Es factura amb l'etiqueta ON-LINE.

Aquestes etiquetes existeixen amb destí imprès codi d'IATA del aeroport i sense destí imprès a utilitzar quan s'acabin les existències de les impreses. A les etiquetes s'apuntarà de forma clara i a la zona que existeix a l'efecte:

- El número de vol
- Número de control (Boarding number)
- Destí (Només a etiquetes sense destí)

Sempre que sigui possible, han d'assignar-se els equipatges als seus propietaris. Aquestes etiquetes es col·locaran de tal manera que quedin adherits entre si els dos extrems per la cara NO impresa, per així assegurar una completa lectura dels destins per tots dos costats. En cap cas ha de pegar-se l'etiqueta formant una anella, lo que impedirà la lectura al destí per les dues cares.

2.3.2. Equipatge INTERLINE

L'equipatge INTERLINE, és l'equipatge facturat, que ha de viatjar per dos o més vols en connexió, i per tant, caldrà efectuar-lo en un o més aeroports intermedis, transbord o transferència, segons sigui el vol en què continua de la mateixa Companyia Transportista o d'una altra diferent.

Per poder facturar una maleta Interline fins a un destí, és necessari que els cupons del vol del bitllet del passatger, per als vols dels diferents trams intermedis, tingui efectiva la reserva a tots ells.

A l'etiqueta farà constar en primer lloc el últim destí del passatger i a continuació els diferents aeroports en connexió en l'ordre invers al del viatge i en l'últim lloc el primer destí, indicant en cada un d'ells el codi de la companyia i el número de vol.

A continuació s'exposa la configuració d'una etiqueta INTERLINE, la part que es col·loca a l'equipatge i el resguard per al passatger.



Imatge 4: Configuració etiqueta INTERLINE

2.3.3. Resguard d'etiqueta d'identificació d'equipatge

El resguard una vegada separat de l'etiqueta, ha de pegar-se sobre el bitllet de passatge. En cas de què el passatger porti dos o més maletes, els resguards es pegaran de forma tal, que quedi a la vista la numeració que apareix sobre els mateixos.

Aquesta numeració, servirà per als tràmits a seguir en cas d'irregularitats.

2.3.4 Equipatge diferenciat

Amb l'objectiu de donar un servei de major qualitat al tracte d'equipatges de les diferents classes de passatgers, per facilitar la ràpida identificació i recollida, les Companyies tenen dissenyades unes etiquetes especials que s'afegeixen al moment de facturar l'equipatge dels següents passatgers:

- Gran classe, Primera, Bussines, etc.
- VIP.
- Menors no acompanyats.
- Passatgers amb capacitat disminuïda.
- Grups.
- Peregrins.

La càrrega i descàrrega d'aquests equipatges de diferents classes l'avió tenen un tractament prioritari i normalment són carregats en l'últim lloc, prop de la porta de la bodega, a fi que, a l'arribada al destí siguin descarregats en primer lloc i posats a les cintes d'entrega amb prioritat.

2.4. Classificació de l'equipatge

El passatger que arriba l'aeroport amb el seu equipatge, al moment de facturar-lo, se separa d'ell, i ja no torna a tenir contacte amb aquest fins a la recollida a la cinta d'entrega a la sala d'arribades de la terminal de l'aeroport de destí.

Una peça d'equipatge perdut suposa un important mal de cap per al passatger i una pèrdua de reputació per part de la companyia.

Hi ha tres causes fonamentals en la pèrdua d'equipatges. La principal és l'errònia classificació o no classificació de maletes a l'aeroport de sortida. La segona és el maneig inadequat de l'equipatge als aeroports de transferència i la tercera és el retard o l'oblit de portar equipatge al peu de l'avió a l'aeroport de sortida o de transferència.

La causa principal de què el 2% de l'equipatge, no arribi a trobar-se, és el de saqueig o robatori. L'indústria, està fent un esforç considerable per evitar els errors de classificació mitjançant la instal·lació als aeroports de sistemes de classificació automàtica.

Aquests sistemes són cars i necessiten inversions quantioses. Utilitzen lectors òptics de codis de barres i tenen un error de lectura del 1,8% en casos favorables, per aquest motiu els sistemes tenen un desviament, per als equipatges no llegits, deixant-los apartats a l'espera de la classificació automàtica. El sistema que més s'està utilitzant en diferents aeroports d'Espanya, és el conegut com a SATE (Sistema automàtic de tractament d'equipatges), d'aquest sistema de classificació automàtica en parlarem en un apartat d'aquest treball amb detall.

Els sistemes manuals més utilitzant fins ara, són aquells on una bateria de mostradors de facturació, de 3 a 15 com a màxim, aboquen a una cinta col·lectora que acaba a la vegada que una cinta circular o carrusel. Quan el número de mostradors és petit, màxim quatre, i la seva cadència d'ús és lenta, el seu col·lector pot desembocar en una cinta de punta, amb un llit de rodes. Totes dues configuracions poden estar mesclades en un mateix pati d'equipatges.

Per a classificar equipatges, s'ha d'aplicar diferents conceptes. Aquests conceptes són els de continuació.

- Per vol i destí → Els equipatges han que ser classificats pel seu destí i per vol. Actualment, a causa de la forta competència entre les companyies aèries, no ens és estrany trobar en un espai de temps inferior a una hora, dos o tres vols amb el mateix destí, en diferents companyies.

- Per classes → Diferenciació depenent del bitllet que es disposi. Els equipatges amb etiquetes de classes vip, han de separar-se de la resta per ser estibades l'avió de manera que al arribar al destí, es descarreguen en primer lloc, per ser entregades al passatger de manera preferent.
- Local → Es defineix com a passatger i equipatge local, en cas de sortides, al que es factura en aquell aeroport. A les arribades, es defineix com a passatger i equipatge local, el passatger que desembarca, no continuant el viatge, i a l'equipatge que descarregant-se dels avions, ha d'entregar-se a aquell aeroport.
- Trànsit → Són aquells que provenen d'un vol, i continuen en aquesta escala al mateix vol. Normalment quan el vol és d'un sol codi, l'avió que arriba i continua és el mateix i per tant, no és necessari descarregar l'equipatge.
- Transbordament. Transferència. → són els considerats quan el passatger com la maleta canvien de vol en arribar a l'aeroport, per continuar en un altre vol diferent de la mateixa companyia.

2.5. Procediment per efectuar la facturació del equipatge

De tots els serveis que existeixen a l'hora de l'assistència als passatgers, els més importants són els relacionats directament amb la facturació, també conegut en l'àmbit aeroportuari com a check-in, entre d'altres. En aquest servei, el passatger es presenta abans de la sortida d'un vol i inclou totes les activitats necessàries. En aquestes activitats s'inclou, la confirmació i posterior assignació del seient amb la corresponent emissió de la targeta, servirà per a poder embarcar, i consegüentment l'etiquetatge de l'equipatge, per a què pugui ser pesat i classificat correctament a la bodega de l'avió.

El procediment que seguiria el passatger és el següent:

- En primer lloc, el passatger s'aproxima al mostrador corresponent de facturació, seguint un model d'una fila única (el més utilitzat normalment). On aquí se li verifiquen les dades del bitllet -número de vol, data, etc.-, i si són correctes, s'assigna un seient l'avió. Aquest procediment es comprova amb la documentació personal per al vol, DNI o passaport, ja que d'aquesta forma és té certesa de què els passatgers posseeixen la documentació i esta en regla.
- Posteriorment, s'efectua el pesat de l'equipatge per a comprovar si excedeix o no del pes permès i per emetre la corresponent etiqueta que es pegarà a l'equipatge i que conté la informació bàsica per la seva correcta classificació e identificació posterior. També s'ofereix al bitllet del passatger per a què pugui reclamar en cas d'extraviar-se.

- Una vegada l'equipatge és facturat, passa a dipositar-se a les cintes que el portaran a la sala de classificació.
- Després de validar el bitllet i assignar definitivament la plaça, s'emet la targeta d'embarcament.
- Una vegada s'han facturat tots els passatgers i equipatges que s'han presentat als mostradors de facturació dins del temps límit establert, l'operari procedeix al tancament de la facturació, és a dir, ja està tot preparat per l'embarcament i no es pot procedir a la facturació de cap passatger més, excepte excepcions.

En un mostrador de facturació el nombre de maletes d'equipatge facturades per hora, depèn en gran manera del tipus de tràfic. S'estimen els següents valors en maletes/hora: tràfic nacional 27, tràfic europeu 42 y tràfic intercontinental 41.

Existeixen dues maneres de classificar aquests equipatges facturats:

- Selecció manual de l'equipatge en el pati d'equipatges.
- Classificació automàtica.

El sistema de classificació ha de ser capaç d'acceptar l'equipatge de transferència a no ser que hi hagi alguna instal·lació destinada per aquesta finalitat.

Els procediments de tractament d'equipatges han de permetre l'acceptació de les maletes de qualsevol passatger de l'últim moment. A continuació, es tractarà la classificació automàtica amb més detall, ja que serà aquesta manera de gestionar les maletes la que utilitzarem per a aquest treball.

Capítol 3: SATE. Sistema Automatitzat de Tractament d'Equipatges

3. Sistema Automatitzat de Tractament d'Equipatges (SATE)

3.1. Introducció

El tractament d'equipatges com ja es va nomenant durant tot el projecte, és una part fonamental de l'operació d'una terminal aeroportuària. Sempre s'haurà de considerar la dualitat passatger – equipatge per motius de seguretat i operació. Fins fa poc temps, els sistemes de tractament d'equipatges dels aeroports consistia bàsicament en una xarxa de cintes transportadores que partint dels mostradors de facturació, conflüïen en diferents dispositius de classificació on diferents operaris llegien les etiquetes i retiraven les maletes dels vols que tenien assignats. Aquests sistemes han canviat en gran mesura fins a convertir-se en xarxes quasi autònomes de classificació.

Avui en dia, les connexions per als passatgers són habituals i el passatger té llibertat per triar el mostrador d'on vol facturar i el moment en què ho fa, per aquest motiu, es reclama una major exigència al sistema SATE.

3.2. Criteris de disseny

IATA estableix els següents principis per aconseguir l'eficiència del sistema:

1. El moviment de l'equipatge ha de ser ràpid, simple i requerir el menor nombre possible d'intervencions del personal de *handling*.
2. La capacitat del sistema ha de correspondre amb els estacionaments de les aeronaus en plataforma i amb dimensions i característiques del tràfic.
3. El traçat del sistema tindrà el menor nombre possible de girs i canvis de nivell.
4. El pendent de les cintes serà menor de 18° (32%) per evitar danys als equipatges.
5. El moviment de l'equipatge no ha d'interferir amb el de passatgers, carrega, tripulacions o vehicles.
6. Es deuen prevenir els elements necessaris per al transport de l'equipatge de connexions.
7. La circulació a la plataforma no ha d'estar dificultada per cap tipus de control.
8. Es previndrà espai per a les màquines d'inspecció 100%.
9. S'hauran de preveure les redundàncies suficients per a què, en cas de fallada d'una part del sistema, aquest pugui seguir operant.

3.3. Justificació del SATE

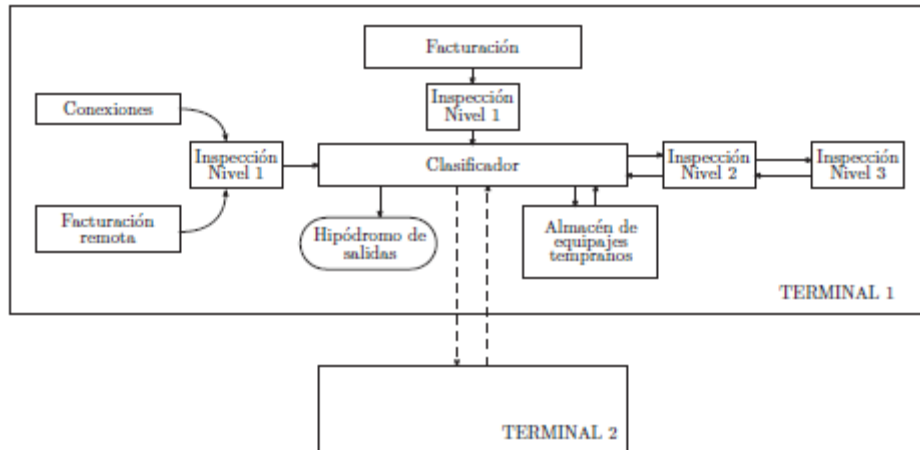
Els fabricants dels sistemes de tractament d'equipatges han hagut de donar solució a noves necessitats i/o requisits d'operació que s'han traduït en la majoria d'ocasions, en major nivells d'automatització. Aquesta justificació es basa amb els 5 arguments següents:

1. El continu increment de la demanda del transport aeri.
2. La utilització generalitzada de grans aeroports (amb augment de les distàncies i el recorregut dels equipatges)
3. La necessitat d'implantar sistemes d'inspecció 100% d'equipatges de bodega que garanteixin la seguretat dels vols.
4. La competitivitat entre els diferents aeroports (oferint millors nivells de servei i uns temps de connexió més curts).
5. La necessitat de reduir els temps de connexió de l'equipatge entre vols per a possibilitar les operacions tipus *hub*.

3.4. Parts integrants del sistema

Amb els paràmetres exposats anteriorment s'obté un sistema SATE que té les següents parts principals.

1. Sistema de sortida d'origen/connexions.
 - Subsistema d'entrada: facturació (pesat, etiquetatge) o entrada de connexions (lector d'etiquetes, posat d'etiquetatge manual).
 - Subsistema de classificació. Específic de sistemes automatitzats. Tria les rutes en funció del recorregut, avaries, etc. Solen ser lectores intercalades, desviadores, *tilt trays* (safates basculants), empenyedores, circuits de recirculació, etc.
 - Subsistema de transport: consta de mostradors, col·lectors, circuits de classificació, alimentadores de patis, d'interconnexió, d'emmagatzematge, de transferència, d'equipatges especials, etc.
 - Subsistema d'emmagatzematge: per als equipatges facturats d'hora.
 - Subsistema de dispositius de sortida: patis d'equipatges, palets, etc.
2. Sistema d'arribades de destí final. Té cintes mecanitzades i trens d'equipatges.
3. Sistema de Gestió i Control. Consta de gestió central, control local i nivells d'actuació. També té els subsistemes de supervisió i contra incendis. És molt específic segons el fabricant. Hi ha cinc i entre ells eviten l'estandardització per a quedar-se amb les futures ampliacions del sistema.



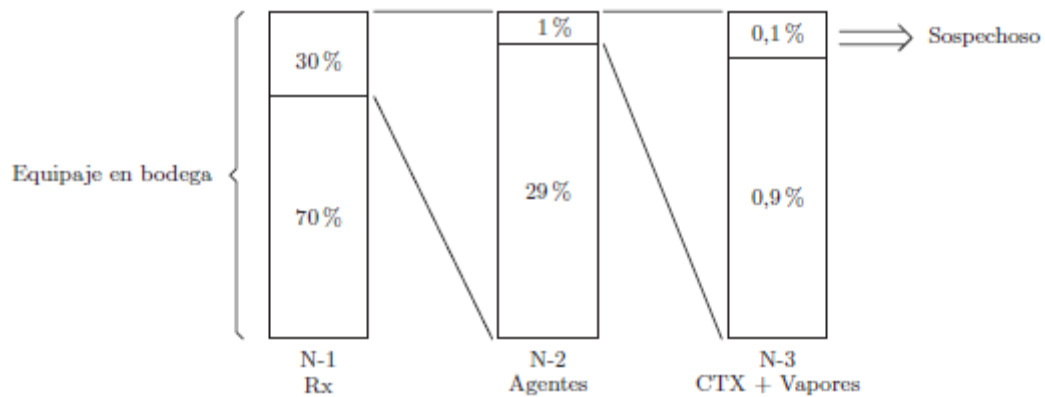
Imatge 5: Parts Integrants del SATE. Font: (Blanco, 2005)

3.5. Procés d'inspecció del equipatge

El nivell de servei al passatger millora considerablement si el control de seguretat de l'equipatge es realitza després de la seva facturació. Es tendeix a automatitzar tot el procés de detecció per evitar els errors humans. Els últims canvis en normativa de seguretat obliguen a inspeccionar el 100% de l'equipatge en bodega, per això, s'estableixen els cinc nivells de seguretat:

- **Nivell 1:**
És situa immediatament després de la facturació o del punt d'entrada de l'equipatge en connexió. Es realitza amb unes màquines automàtiques de rajos X, amb una base de dades d'imatges incorporada. Accepta un 70% dels equipatges i classifica com a sospitosos el 30% restant. Les imatges dels equipatges sospitosos passen al nivell 2.
- **Nivell 2:**
S'efectua a una sala centra, on un grup d'agents analitza les imatges rebudes des del nivell 1. Els equipatges sospitosos segueixen als circuits de classificació, durant es decideix que fer amb aquests. S'allibera el 29% dels equipatges i el 1% restant passa al nivell 3.
- **Nivell 3:**
El 1% dels equipatges sospitosos es treuen del circuit de classificació i es dirigeix cap a una de les següents màquines:
 - CTX: Efectua un anàlisi de Rajos X en cada secció de l'objecte sospitós i tomografia assistida per ordinador. Requereix un operari.
 - Anàlisis de vapors: Analitza les possibles emissions sospitoses. Es pot prescindir de l'operari.

Únicament el 0,1% dels equipatges és sospitosos. En aquest cas, es treu la maleta del sistema i s'actua segons els procediments de seguretat establerts en cada aeroport.



Imatge 6: Procés inspecció equipatge. Font: (Blanco, 2005)

A més a més, depenent de l'aeroport, defineixen dos nivells més de seguretat.

- **Nivell 4:**
En aquest nivell, es tracta d'una sala de conciliació, on s'obre l'equipatge en presència del seu propietari.
- **Nivell 5:**
Per acabar amb l'últim nivell, en aquest cas intervé els GEDEX, el grup especialitzat de la Guàrdia Civil en detonació d'explosius.

Capítol 4: Creació del model en SIMIO

4. Creació del model SIMIO

4.1. Introducció

Com s'ha comentat ja amb anterioritat, la simulació per ordinador intenta modelitzar sistemes reals o hipotètics de manera que el seu funcionament pot ser estudiat, i també, podem predir el seu comportament. Degut a aquest motiu, la simulació és utilitzada en molts àmbits, ja que s'aconsegueixen beneficis importants, ja que hi ha pocs recursos utilitzats i el cost d'execució és baix.

Això serà el que es portarà a terme en el següent apartat, veure el procediment integral dels equipatges facturats. El procediment que es vol analitzar, va des d'on el passatger arriba al mostrador de facturació per facturar la corresponent maleta, fins a l'arribada d'aquesta al respectiu avió. Per entendre-ho d'una manera clara, agafarem el sistema que utilitza l'aeroport de Barcelona. Aquest sistema és l'anomenat SATE (Sistema automàtic de tractament d'equipatges), tracta d'un mecanisme que facilita el trasllat de maletes i té una gran fiabilitat on garanteix l'entrega i la classificació dels equipatges de forma automàtica. Amb aquest sistema podem obtenir resultats, i podem modificar determinats moments, per millorar el sistema fins a obtenir un objectiu desitjat. També podem analitzar les diverses situacions de risc que aquest sistema pot tindre, o també possibles alternatives per desenvolupar-ho.

La corresponent simulació es farà amb l'eina de Software SIMIO, el nom de SIMIO (*Simulation Modeling framework based on Intelligent Objects*) és una plataforma de simulació basada en objectes intel·ligents, amb un entorn gràfic 3D, per al desenvolupament de models de simulació. Combina la simplicitat dels objectes amb la flexibilitat dels processos, per proporcionar una capacitat de model ràpid sense la necessitat de la programació. SIMIO és una eina que es pot utilitzar per a prevenir i millorar el rendiment de sistemes dinàmics, de forma fàcil i ràpida a través de la interfície, deixant l'usuari que pugui crear ràpidament models 3D, per poder analitzar objectivament alternatives per a reduir el risc i millorar el rendiment.

4.2. Característiques de la simulació

Abans de modelar, el primer que s'ha de tenir en compte són les característiques que es determinaran al model. Com que és un sistema on s'operen una gran quantitat de maletes, a continuació es detallaran aquells aspectes que agafarem com a rellevants per tirar endavant amb el projecte.

Per començar, es partirà de l'anàlisi del sistema automàtic de tractament d'equipatges que s'ha comentat anteriorment, a l'Aeroport de Barcelona, més concretament a la Terminal 1. Per simplificar tot el procediment de la simulació, partirem d'escollir una aerolínia per veure tot el procediment. Aquesta aerolínia escollida és, Air Europa, per tant, el que podrem veure, és el recorregut que tenen des dels mostradors fins al seu corresponent avió.

La companyia Air Europa opera a la Terminal 1, de l'aeroport de Barcelona. Aquesta té un seguit de mostradors que es poden trobar a la 3a planta de l'aeroport en qüestió, també disposa de diferents destinacions en els quals opera. Un passatger, pot facturar en qualsevol dels diferents mostradors que té la companyia, independentment de la seva destinació. Ja que, quan un passatger factura, se li afegeix una etiqueta a l'equipatge, com ja s'ha explicat en un apartat anterior, on apareixen les diferents característiques d'aquesta.

La companyia Air Europa, en els seus requisits a l'hora de facturar, fa esment a què, un passatger pot facturar el seu equipatge, com a mínim 40 minuts abans de l'hora del seu vol. Per tant, aquesta característica s'ha de tenir en compte per a modelar.

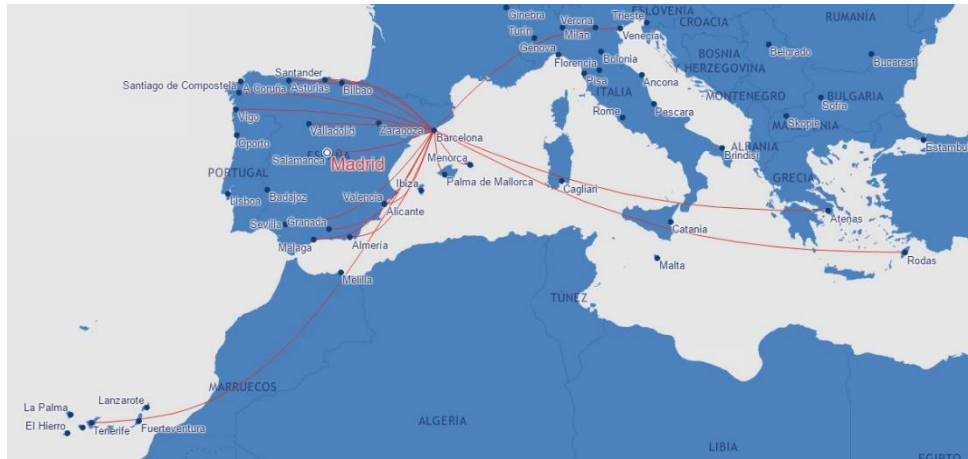


Imatge 7: Mostradors de facturació d'Air Europa. Font: www.aireuropa.com

A continuació, al model podrem veure tot el que passa amb els equipatges a partir que s'ha realitzat la facturació corresponent. El procediment anirà des dels mostradors fins a l'arribada

dels equipatges als diferents avions, on es representarà que cada avió, es dirigeix a una destinació diferent.

Per ser més exactes a l'hora de modelar, s'ha tingut en compte les diferents destinacions que opera directament la companyia. Aquestes destinacions que s'ofereixen com a origen Barcelona són les que es poden veure en la següent imatge:



Imatge 8: Diferents destinacions operades per Air Europa. Font: www.aireuropa.com

Per obtenir un model més simplificat, així com més fàcil d'entendre, de totes aquestes destinacions que ofereix aquesta companyia, s'utilitzarà les següents per modelar en sistema:

BARCELONA → MADRID
BARCELONA → PALMA MALLORCA
BARCELONA → MENORCA
BARCELONA → PARIS

Taula 1: Destinacions escollides per la simulació

Per tant, obtindrem un model on apareixeran els diferents mostradors que té l'aerolínia, on els passatgers poden efectuar la facturació de les seves maletes, i es veurà tots els procediments que segueixen aquestes maletes dintre del sistema SATE, fins a arribar al seu avió corresponent. Per al nostre model, s'ha escollit un dia a l'atzar i s'ha observat quantes vegades s'han operat al llarg del dia les rutes anteriorment esmenades, per tenir en compte les repeticions que es donaran al cap, i també l'arribada dels passatgers a l'aeroport.

A continuació es veurà les sortides operades exclusivament per la companyia, és a dir no existeix el codi compartit, així com també la destinació.

Sortida	Destinació
Paris (CDG)	6:45h
Menorca (MAH)	8:34h
Palma (PMI)	8:40h
Paris (CDG)	10:15h
Palma (PMI)	11:50h
Madrid (MAD)	12:05h
Paris (CDG)	12:45h
Paris (CDG)	15:10h
Menorca (MAH)	16:10h
Palma (PMI)	18:10h
Paris (CDG)	19:25h
Madrid (MAD)	20:25h
Menorca (MAH)	21:15h
Palma (PMI)	21:30h

Taula 2: Destinacions amb les corresponents hores de sortida

Amb aquestes hores, i tenint en compte els 40 minuts d'antelació que es pot facturar un equipatge amb la restricció de la companyia Air Europa, es calcularà el temps d'arribada dels passatgers de les diferents rutes. També es tindrà en compte que la flota de Air Europa, està composta per un gran nombre d'avions BOING 737-800, on la capacitat d'aquest és de 168 passatgers a la classe turista i 12 a la *bussines*, per tant, tindrem un total de 180 passatgers com a màxim a una ruta. També s'ha tingut en compte la taxa d'ocupació que existeix actualment dintre la companyia, i aquesta és d'un 84% del total de l'ocupació. Per acabar, pel que fa als passatgers, s'explicarà més endavant la funció que es té en compte per l'arribada a l'aeroport per facturar, tenint en compte l'hora de sortida del vol.

4.3. Model per a simular

Una vegada s'ha esmenat com s'entén el model per a desenvolupar-lo, a continuació s'explicarà tots aquells elements que conformen el model com a tal, pel que fa a les característiques importants de l'aeroport, com així també els comportaments i procediments que seguiran totes aquelles entitats que apareixeran al model.

4.3.1. Característiques del aeroport

A continuació es detallaran totes aquells aspectes rellevants, pel que fa a l'aeroport, per portar a cap un model més ajustat a la realitat. Com ja s'ha comentat anteriorment, l'aeroport escollit és el de Barcelona, concretament la Terminal 1. En aquesta terminal, a primera instància trobarem els mostradors, de les diferents companyies que open en aquest. Així doncs, trobarem aquells mostradors d'Air Europa, són els que els nostres passatgers podran facturar les seves maletes.

Seguidament, aquest passatger s'encaminarà als mostradors de la companyia que efectuarà el seu viatge. Concretament Air Europa, per portar a terme les facturacions, utilitza el mecanisme de fila única, és a dir, que no té en compte la destinació on aquest passatger volarà, ni l'hora determinada. Una vegada en aquest mostrador, el passatger podrà efectuar la seva facturació corresponent, i podrà seguir amb el procediment integral dintre de l'aeroport. És a dir, passarà el control de seguretat, i posteriorment es situarà on s'efectuarà l'embarcament del seu respectiu vol.

En aquests mostradors de facturació, a la simulació trobarem un seguit de 12 mostradors, on no estaran oberts tots. Ja que dependrà de l'hora de màxima afluència de passatgers. Aquest reforç estarà compres entre 12:00h – 18:00h. En aquests intervals estaran els 12 mostradors, mentre que la resta d'hores n'hi haurà oberts 7.



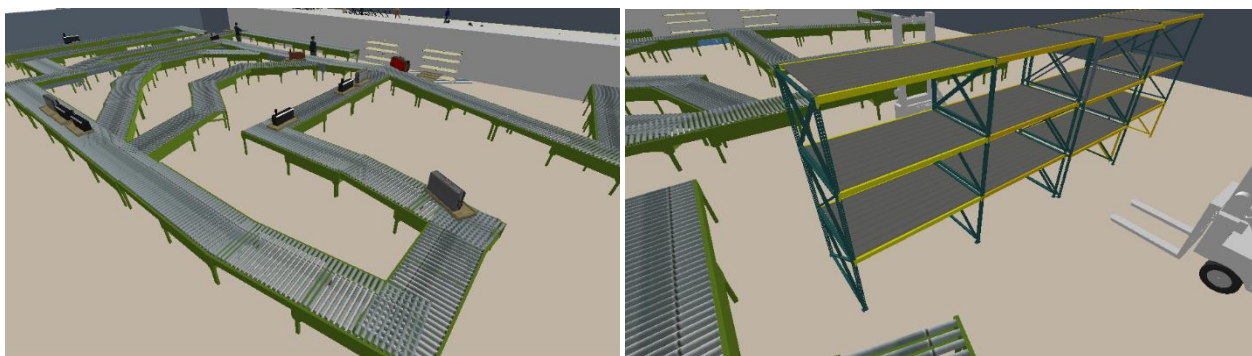
Imatge 9: Passatgers efectuant facturació

Amb això, entenem les característiques de l'aeroport que esdevindrà el paper del passatger, però la part que més interessa d'aquest projecte, és la que passarà tot els equipatges facturats. Com ja s'ha comentat anteriorment, el model de la simulació segueix el patró de l'aeroport de Barcelona, concretament de la terminal 1, amb això es seguiran totes les característiques que sorgeixen en quant es factura una maleta.

En aquest aeroport, com en la gran majoria d'aeroports grans, s'utilitza el sistema automatitzat de tractament de maletes, més conegut com el SATE. El SATE està dissenyat específicament per a l'aeroport on desenvoluparà la tasca. El sistema a Barcelona, té unes característiques determinants les quals els equipatges facturats amb la corresponent safata poden arribar als 6 metres per segon, però la velocitat estàndard és de 2 metres per segon. Cada safata segueix un

recorregut determinat per arribar al seu destí, ja que el codi de l'equipatge queda vinculat informàticament a la matrícula de la safata. Aquesta mitjançant uns sensors, segueix la ruta predefinida, sabent quin camí ha d'agafar a cada desviament.

El sistema incorpora tecnologia d'identificació per radiofreqüència, amb el qual es pot realitzar un seguiment i localització dels equipatges al llarg dels quasi 25 kilòmetres de les cintes transportadores.



Imatge 10: Recorregut SATE

Imatge 11: Emmagatzematge maletes facturades amb antelació

La zona en la qual s'estacionen o emmagatzemen les safates està també automatitzada, a l'igual que la secció en què estan guardats els equipatges que han arribat al SATE amb hores d'antelació. Quan arriba el moment de recollir-los per introduir-los al avió, el sistema s'activa i re introdueix els equipatges al circuit de les cintes transportadores.

El SATE de Barcelona està equipat amb unes 200 càmeres que monitoren la zona per la qual passen els equipatges. El control del SATE es realitza des d'un centre de control on es visualitzen les imatges de la càmera. En un cas que existís una avaria, apareixen senyals lluminoses que indiquen la zona on s'ha produït la incidència. Les imatges es guarden duran un mes, amb el qual si es produeix alguna reclamació es visualitzen i s'acredita el seu pas pel sistema. El que els tècnics d'aquest sistema creuen, és que l'únic lloc on poden produir-se errors, és quan està manipulat pel personal.

Aquestes característiques com són també han estat implementades al model SIMIO, per ser més precís a l'hora de l'execució i de l'extracció de conclusions. Dintre d'aquest sistema, podem trobar diferents elements que el componguin, i aquest són, els diferents nivells d'inspecció utilitzant processos, el temps mitjà de processament d'equipatges, la longitud total del SATE, les safates porta equipatges. Etc.

Per acabar amb les característiques de l'aeroport, aquelles maletes les quals ja estan preparades als Carrusels per ser manipulades per l'operador *handling*. Aquestes maletes ja es podran carregar i posteriorment, aquest mateix operari de *handling* les carregarà al seu avió amb el destí corresponent.

4.3.2. Entitats

A continuació, una vegada es tenen clars tots els conceptes pel que fa a les característiques dels aeroports, s'han de determinar per separat d'aquelles entitats declarades a la nostra simulació. Les característiques de l'aeroport poden variar segons el disseny que s'hagi efectuat sobre aquest, però el que no canvia, són les entitats que apareixerien en qualsevol simulació en el mateix àmbit. A continuació podrem veure una explicació, detallada de totes aquelles entitats que s'utilitzen en la simulació dels equipatges de facturació.

- Passatger: aquesta entitat, podríem dir que és una de les entitats més importants de totes les entitats que tenim, ja que sense aquesta no es portaria a terme tot el procediment que estem executant. Aquest passatger és el que es presentarà al mostrador per facturar el seu equipatge, una vegada hagi fet l'entrega, el passatger seguirà el protocol establert que hi ha a l'aeroport en particular. És a dir, passarà el control de seguretat i una vegada es trobarà el vestíbul on es realitzaran les sortides a les diferents destinacions. Aquest mateix passatger, tenint en compte com ja s'ha comentat anteriorment les sortides a les diferents destinacions, la seva arribada, s'obtindrà mitjançant una funció no decreixent que segueix una forma de "S". Això significa que pocs passatgers arriben amb gran antelació, i el ritme de l'arribada a l'aeroport dels passatgers/minut va augmentant fins a arribar a un màxim, a partir d'aquest punt, el ritme d'arribades decreix i són pocs passatgers els que escuren fins a l'hora de tancament de la facturació als mostradors. Aquesta funció s'ha estimat com una Poisson, i amb això, depenent de la destinació que té el passatger, efectuarà una arribada amb aquesta distribució que s'ha comentat anteriorment.

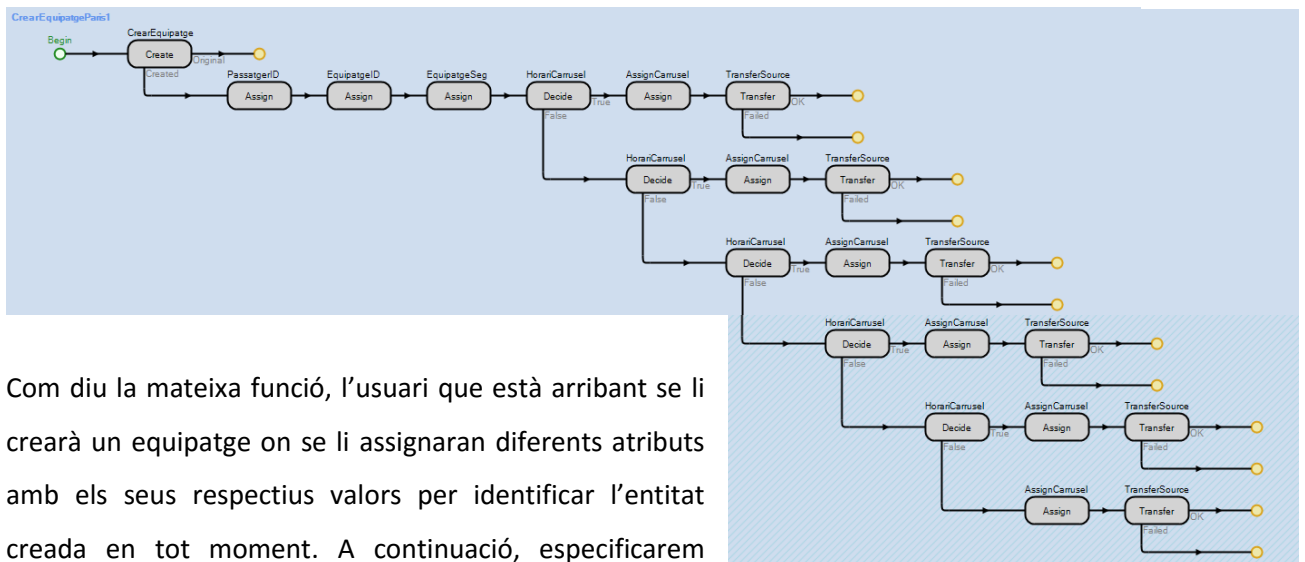
Per tant obtindrem un SOURCE que s'utilitzarà per determinar l'arribada dels diferents passatgers, ja que depenent de l'hora que estigui programada i tenint en compte aquests 40 minuts d'anterioritat que l'usuari pot facturar la seva maleta.

Per tant, en el nostre model obtindrem 4 SOURCE, un per cada destinació, a continuació detallarem tots els SOURCE que trobarem a la simulació així com els procediments que es generen a partir d'aquesta llibreria, com també els atributs que s'assignen per saber que passa amb aquesta entitat.

4.3.2.1. SOURCE_1:

En aquest primer SOURCE_1, és el corresponent a la ruta de Paris, per tant, a aquesta ruta, independentment de l'hora de sortida de l'avió se l'identifica amb l'identificador número 1. El SOURCE que s'efectuarà es segueix amb la forma corresponent que es pot veure a continuació. Amb això tenim l'hora que s'ha determinat l'arribada dels passatgers, amb la distribució estudiada de Poisson, és a dir, a unes determinades hores d'antelació començaran a arribar passatgers, fins que a una hora determinada, és quan està previst que aparegui gran part dels passatgers per aquella destinació, i finalment tornaran a arribar una quantitat mínima a punt d'efectuar-se l'hora del tancament dels mostradors per a facturar.

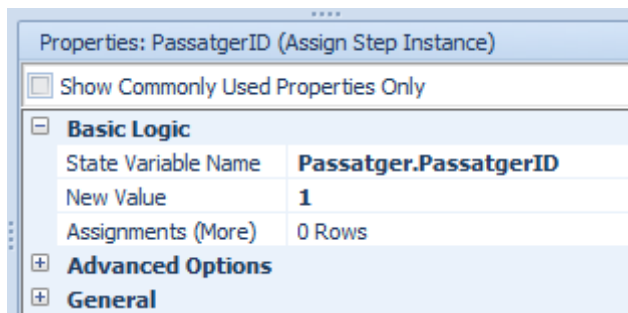
També quan es genera aquest element, es crida a la funció de *CrearEquipatgeParis1*, que segueix la forma com mostra la il·lustració.



Com diu la mateixa funció, l'usuari que està arribant se li crearà un equipatge on se li assignaran diferents atributs amb els seus respectius valors per identificar l'entitat creada en tot moment. A continuació, especificarem aquelles entitats que facin referencia directa a l'entitat del passatger, totes les altres, estan orientades a una entitat que descriurem posteriorment.

Primer que res, trobem un CREATE, on es crea l'Equipatge al Passatger que entra al SOURCE. Simplement a l'entitat que nosaltres tenim com a Passatger, per mitjà del SOURCE, se li crea i es combina a través del COMBINER, amb el seu equipatge, i s'efectua l'entrada a l'aeroport.

Imatge 12: Procediment SOURCE



Imatge 13: Step ASSIGN – PassatgerID

Posteriorment, trobem un primer ASSIGN, on es veu que a l'entitat Passatger, li crea un estat de PassatgerID. Amb aquest estat que s'ha creat, se li assigna el valor corresponent amb la seva destinació, en aquest cas el valor 1.

Seguidament trobem amb un segon ASSIGN, on aquí trobem l'atribut que se li assigna a l'entitat de l'equipatge. Posteriorment explicarem més detalladament tots els *Steps* que apareixen en aquest procediment, ja que fan referencia a la següent entitat que tractarem a continuació, on aquesta entitat és en gran part el que ens importa més de tot el model.

4.3.2.2. SOURCE_2:

Seguidament SOURCE_2, és el corresponent a la ruta de Menorca, per tant, a aquesta ruta per a l'identificador tant dels passatgers com dels equipatges independentment de l'hora de sortida s'identificaran amb el número 2.

4.3.2.3. SOURCE_3

Tot seguit el SOURCE_3, corresponent a la ruta de Palma, per tant, com es pot veure en aquest cas, l'identificador per a totes les entitats que els afecta aquesta ruta, pertanyen al valor de 3.

4.3.2.4. SOURCE_4:

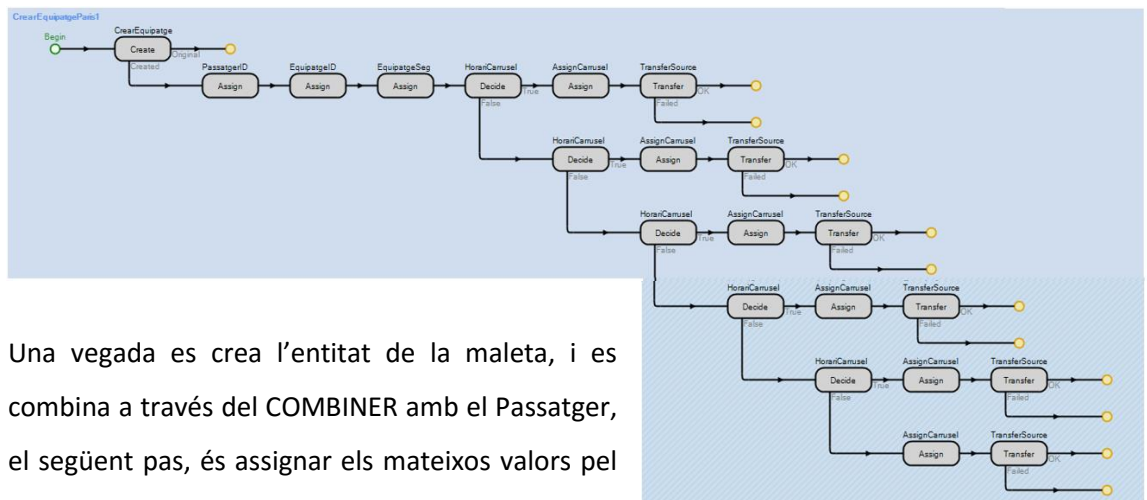
Per acabar amb les 4 rutes que utilitzarem en el model, està el SOURCE_4, on la destinació correspon a Madrid, i per tant, els passatgers i els equipatges amb aquesta destinació tindran com a l'identificador el valor 4.

Per concloure amb l'entitat que s'ha definit com a Passatger, només destaquem l'arribada com es produeixen a l'hora de facturar els equipatges, i identificar-los. És a dir, un aspecte molt important a l'hora de facturar un equipatge per part del passatger, és la distribució que segueixen l'arribada dels usuaris. Però també s'ha de tindre en compte la destinació dels passatgers, i per això s'ha optat per crear un identificador per saber-ho en tot moment que es cregui convenient.

- Maleta, la maleta és aquella entitat que el passatger deixarà al mostrador per a facturar. Per tant, tot procediment de l'entitat maleta, comença exactament al mateix lloc que l'entitat descrita amb anterioritat. És a dir, arriba a l'Aeroport de Barcelona, amb el seu corresponent passatger, per tant, aquesta maleta, té com a destinació la mateixa que l'altra entitat. El passatger ha de passar per un dels mostradors de la companyia, i efectuar tot el corresponent procediment de facturació, així com, l'entrega de la identificació de l'equipatge, per si al final hi ha algun problema.

En el nostre model SIMIO, la maleta, també té diferents identificadors perquè es conegui tot sobre aquesta en tot moment. Per tant, com ja s'ha comentat amb anterioritat, la maleta és creada juntament amb el passatger, i en aquesta maleta se li creen uns estats corresponents.

A continuació, per veure el mateix procediment, descrit amb anterioritat, es veurà aquelles entitats definides per a l'equipatge, i quina funció fan a l'hora de tot el procediment dintre d'un aeroport.

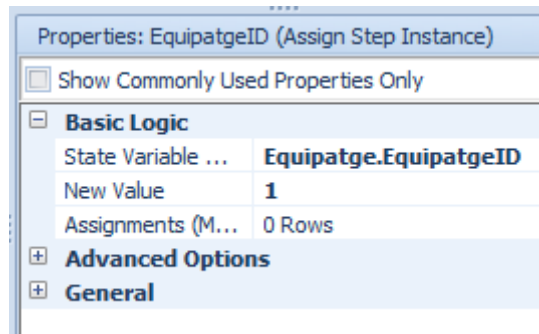


Una vegada es crea l'entitat de la maleta, i es combina a través del COMBINER amb el Passatger, el següent pas, és assignar els mateixos valors pel que fa a la ruta tant pel passatger, com per la maleta.

Imatge 14: Procediment SOURCE

En aquest cas, explicarem més exhaustivament, tot el que afecta l'entitat maleta, ja que el passatger ha estat explicada a l'apartat anterior.

L'entitat de l'equipatge, també es crea un ASSIGN per assignar-li la ruta corresponent, com es pot veure amb la següent il·lustració.

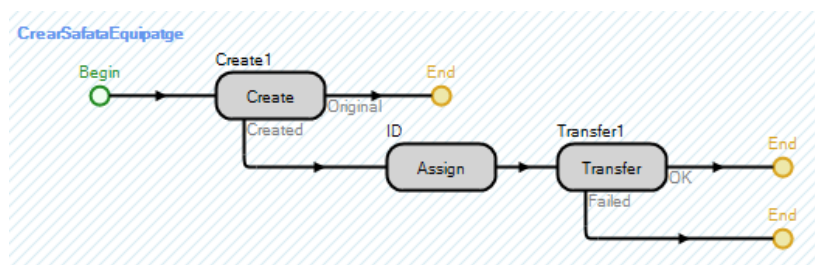


Imatge 15: Step ASSIGN – EquipatgeID

També, a continuació, es crea una altra entitat anomenada EquipatgeSeg. Aquest identificador, fa referència a tot els processos de seguretat que existeixen dintre del SATE. Dintre d'aquest procediment, com ja es va explicar, existeixen diferents nivells de seguretat, més concretament 5. Per tant, en aquest identificador, en cada SERVER, es trobarà un procediment que s'explicarà més endavant, on constarà si la maleta s'assigna el valor de 0, si ha passat el control satisfactòriament, o en canvi, si l'escàner detecta alguna irregularitat, passa al control del nivell següent amb el valor 1. On allí es torna a comprovar si, segueix passant els diferents controls de seguretat perquè existeix alguna cosa, o en canvi si pot tornar al procediment integral sense cap problema.

Per acabar, l'últim identificador que fa referència a l'equipatge, és un altre ASSIGN on es crea la variable EqCarrusel. En aquesta variable, indica si l'equipatge pot anar a qualsevol dels dos Carrusel, o si no, ha de dirigir-se al magatzem, per ser tractats més endavant.

- Safata, aquesta entitat és la que es crea dintre del Sistema automatitzat de tractament d'equipatges. Aquí es disposa una safata, on es deixa l'equipatge al seu interior, la funció principal d'aquesta safata és, merament, qüestió per què l'equipatge no pateixi d'anys. El procediment que segueix la Safata és de la següent forma.



Imatge 16: Procediment COMBINER

En aquesta Safata, creada a partir del COMBINER, se li assignarà el valor que porti l'equipatge associat, així doncs, a partir d'aquest moment, els lectors, passaran a llegir el senyal que emet la Safata, en comptes de llegir cada cop, l'etiqueta de l'equipatge.

- Avió, l'avió és on acabarà el procediment tant per part dels passatgers com de les maletes. Ja que, el passatger estarà present per a quan es realitzi el seu vol, en canvi, l'equipatge, després de tot el procediment i el recorregut de seguretat, si s'ha efectuat correctament, arribarà al seu avió amb el destí corresponent. Per tant, aquesta entitat, només es crearà a partir d'un SOURCE per efectuar la ruta corresponent, i per acabar marxarà a l'hora de sortida.

A més a més, el model constarà dels diferents operaris (Workers), aquests seran tant els que apareixeran als mostradors(amb les seves respectives hores de treball) per efectuar la factura de maletes, així com, també els que estaran dintre del recorregut del SATE, per comprovar la seguretat de les mateixes.

També podrem trobar els diferents Vehicles, tant el sistema per l'emmagatzematge de les maletes que han estat facturades abans de l'hora prevista així com aquells vehicles utilitzats pels operaris de handling, que són els que carregen els diferents camions on posen els equipatges amb diferents destinacions. Aquí és on el sistema té més error, ja que està el factor humà, i a vegades, aquest operari de handling s'equivoca amb la destinació.

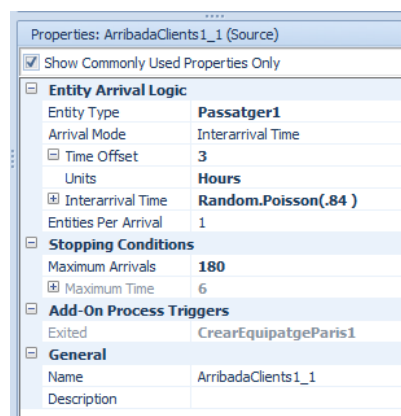
Una vegada carregat aquest vehicle, l'operari portarà les maletes al seu avió corresponent, donant per finalitzat tot el procediment de les maletes.

4.3.3. Característiques de la simulació i processos

Una vegada definit tots els aspectes generals, tant com les característiques de l'aeroport que se simularà, com les entitats que apareixeran passem a desenvolupar les característiques de la simulació i com els diferents processos que trobarem.

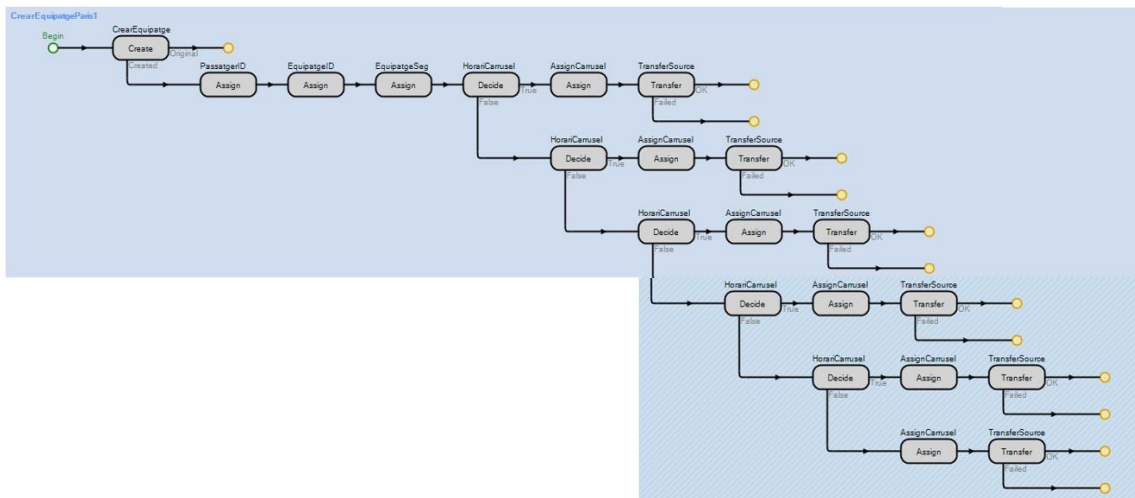
Primer que res, un usuari, és a dir, un passatger es generarà a partir dels 4 SOURCE, que podrem trobar al model. Com ja es va esmenar amb anterioritat, tindrem un SOURCE, per cada destinació.

A continuació, es veurà com s'ha definit, el SOURCE, de la primera Ruta, amb destinació París. Tots els SOURCE, estan definits de la mateixa manera, l'únic que canvia és l'identificador de la destinació.



Imatge 17: Exemple SOURCE

Com ja es va veure amb anterioritat, i és el procés que criden dels diferents SOURCE, de tota la simulació

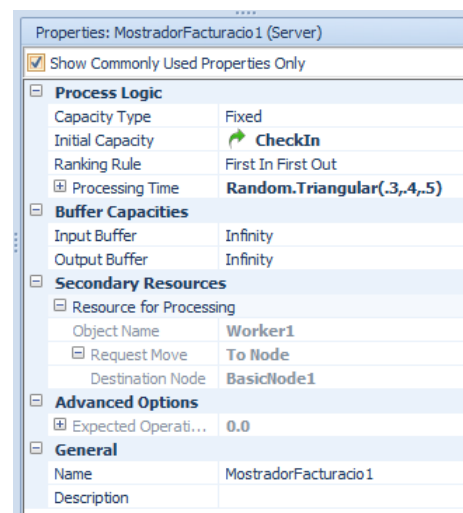


Imatge 18: Procediment SOURCE

Per tant, tindrem l'arribada amb la distribució que segueixen dels diferents passatgers com dels seus equipatges.

Seguint el mecanisme de facturació d'una fila única, el passatger formarà una fila, i podrà facturar quan n'hi hagi alguna disponible. Una vegada allà, facturarà la seva maleta, i aquí començaran el viatge de manera separada.

Aquí podem observar, el SERVER on s'efectuarà la facturació dels equipatges. Com es pot veure, hi ha una Capacitat CheckIn, la qual significa que només pot estar una entitat. Després, podem observar la distribució que segueix pel que fa al temps que es triga en fer una facturació. I per últim, un element important és el treballador que és necessari per a portar a terme la tasca de facturar els equipatges dels passatgers.

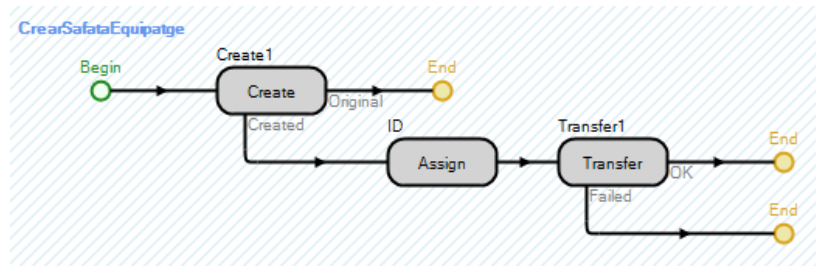


Imatge 19: Mostrador SERVER

A partir d'aquest moment, el passatger anirà a efectuar, els corresponents controls de seguretat, és a dir, passarà les pertinences, ja pot ser la maleta de mà, per la cinta mentre que ell haurà de passar per l'escàner. Una vegada, s'ha passat satisfactòriament el control de seguretat, al passatger només li queda esperar a què es produeixi l'hora d'embarcament, i una vegada arribada, embarcar i realitzar el vol corresponent.

Una vegada descrit a grans trets el procediment que seguirà el nostre passatger dintre del model de simulació, el camí de la maleta, és una mica més complex. Tornem a la part, on el passatger ha facilitat el seu equipatge i se li ha produït l'etiquetatge de la seva maleta en cas que sorgeixi algun problema. Aquesta maleta, desapareixerà de la vista del seu passatger, i començarà un viatge llarg de cintes i de diferents controls per arribar al seu vol.

Primerament, existeix una cinta on recull totes les maletes facturades en aquells mostradors.



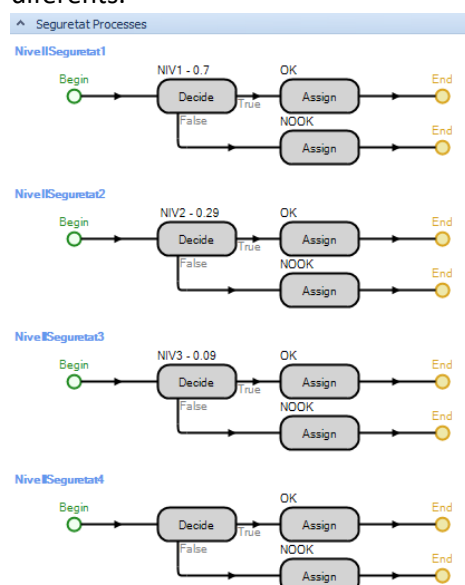
Tot seguit, per a què la maleta no sofreixi cap dany trobarem al model un COMBINER on crida al procediment de

CrearSafataEquipatge, i

Imatge 20: Procediment COMBINER

aquí, combina les Safates, descrites a l'apartat de les entitats i els equipatges. Tot seguit una vegada s'han combinat ambdues entitats, passa un primer control, on trobem el conegut nivell de seguretat 1, aquí la maleta pot tenir dos camins.

El primer, és aquell on la maleta ha passat correctament aquest control, i si més no, el següent camí que pot agafar és que no ha passat correctament, l'escàner ha detectat alguna irregularitat, i passa al següent nivell de seguretat. La diferència entre els nivells de seguretat és la restricció que es porta, és a dir, la manera d'efectuar l'escàner, també existeix que tant com en el nivell 2 com en el 4, hi ha un operari. Aquest operari decideix si l'equipatge torna al procediment integrat dels equipatges, o si més no, ha de seguir als diferents nivells de seguretat. Com s'ha comentat, en apartats anterior, n'existeixen a l'aeroport de Barcelona, 5 nivells diferents.



Imatge 21: Procediment SERVER – Nivells Seguretat

Aquí podem veure a partir d'una imatge, els diferents procediments que tindrà cada SERVER. És a dir cada SERVER, cridarà al seu corresponent nivell de seguretat, i allí passarà el control o haurà d'anar cap a un altre SERVER. Als DECIDE estan les probabilitats que un equipatge no passi el control, però això ja s'ha explicat a l'apartat de les característiques dels aeroports. Per últim, comentar que com s'ha dit existeixen 5 nivells de seguretat, però el últim nivell no apareix ja en aquest cas és quan la maleta surt del procediment integral dels equipatges, i passa a disposició de la guàrdia civil, per ser altament insegur.

Per continuar, es parteix de la situació que les maletes passen els controls de seguretat i segueixen per les cintes transportadores. En un determinat moment, és separen els equipatges de la Safata i el Equipatge, a partir d'un SEPARATOR, i a partir d'aquest moment, les Safates desapareixen del nostre model i els equipatges segueixen.

En un punt determinat, l'equipatge té només tres sortides, dues de les quals són disposar les maletes en els diferents Carrusels que hi ha en el nostre model que en son dos. I en canvi, si la facturació s'ha realitzat amb molt marge de temps pel que fa a l'hora prevista de l'avió, aquests equipatges es destinaran al magatzem dintre del sistema SATE.

Dintre d'aquest sistema, hi haurà un SERVER per a cada destinació, i també tindran uns procediments, on apareixeran les hores on el Carrusel està lliure, i per tant ja podran disposar del corresponent Carrusel. Per tant, una vegada sigui l'hora que toca ja tractar amb els equipatges, els que estan al magatzem passaran a disposar-se al Carrusel, mentre els que encara s'estan facturant, aniran directament al corresponent Carrusel.

Els procediments que tenen els magatzems, podem veure'ls quina forma segueixen a partir de la següent imatge.

Una vegada estaran els equipatges al carrusel, l'operari podrà realitzar el procediment de carrega, al vehicle corresponent que serà el que portarà els equipatges al seu corresponent avió. Una vegada s'ha realitzat la càrrega, per part de l'operari, al vehicle, aquest mateix operari amb el mitjà de transport corresponent, es dirigiran a l'avió. Una vegada arribats l'avió es produirà tant l'embarcament dels equipatges com dels passatgers, i amb tot això s'haurà acabat el procediment que segueixen tant els passatgers, però més concretament, i el que interessava amb més detall, el procediment dels equipatges fins que arriben l'avió corresponent.

4.3.4. Comportaments estudiats a través de la simulació

Una vegada realitzat el muntatge del model per veure el seu respectiu comportament s'han pogut observar diferents característiques a tenir en compte.

En el model s'han pogut mostrar diferents escenaris, bàsicament s'han incrementat o disminuït el número de vols, consegüentment el tractament dels passatgers d'aquestes.

Per tant, primerament s'ha pogut comprovar que està totalment controlat, i executat al mil·límetre, degut a la gran quantitat de maletes que poden arribar a tractar durant una jornada. Gràcies al model, s'ha pogut veure que un gran problema, és el tractament de maletes quan s'han efectuat amb gran anterioritat abans de l'hora del vol. Amb això, el que es genera és una retenció important als magatzems on aquestes maletes s'emmagatzemen, ja que les màquines que els tracten, només poden anar-les classificant d'una en una. Per exemple, quan existeixen un gran nombre de destinacions per realitzar, i no es restringeix l'hora de facturació, llavors la màquina de classificació dels magatzems s'satura més, degut a aquest mateix tractament d'una a una. En canvi, quan no existeixen tantes maletes per tractar, és a dir, que les facturacions corresponent amb una hora pròxima a l'hora del vol, la màquina no treballa gairebé, i aquestes maletes directament viatgen al Carrusel.

També una altra cosa que s'ha pogut observar és que a banda del problema comentat amb anterioritat, és que no es disposa de suficients recursos físics, com tocaria, però amb això és difícil de gestionar, ja que l'espai físic és el que hi ha, i això ja es mira abans de dissenyar el sistema SATE. Tot i així, és un altre aspecte que s'ha pogut observar amb la simulació.

Les conclusions que s'han pogut extreure de les repetides simulacions del nostre model, és que aquest sistema de tractament d'equipatges, està totalment automatitzat, i intervé poc el factor humà. També és el que s'ha comentat anteriorment el problema que existeix amb la gestió de la classificació dels equipatges facturats amb un marge molt gran pel que fa a la sortida del seu vol. Per últim, és molt difícil gestionar els recursos físics, ja que no es poden augmentar, com que estan preestablerts a causa del disseny.

Capítol 5: Conclusions i propostes

5. Conclusions

5.1. Conclusions i propostes

El transport aeri es realitza per mitjà d'una estructura complexa d'activitats on intervenen diversos components i serveis. Com vam fer referència a la introducció d'aquest projecte, la motivació venia degut al desconeixement que es tenia sobre l'àmbit de la facturació de les maletes, és a dir, de tots aquells procediments que es produïen una vegada s'havia facturat l'equipatge.

Amb tot això, una vegada s'ha realitzat, la recerca d'informació, i així com, la simulació de tot el procediment integrat de la facturació de les maletes, s'han pogut extraure diferents conclusions al respecte.

Primerament, s'ha pogut veure, que cap aeroport segueix el mateix model per efectuar tal servei com són la facturació de les maletes. Cada aeroport té un sistema per desenvolupar-ho, els aeroports grans, la gran majoria disposen de sistemes automatitzats del tractament d'equipatge (SATE). Però també, existeixen aquells aeroports on la seva operativa no és tan gran com altres aeroports, i encara segueixen operant amb uns mecanismes manuals. Aquests mecanismes són els operaris, on totes les maletes passen per diferents, els quals aquests operaris són els responsables, de coordinar totes les maletes corresponents i classificades de manera correcta. Aquí va ser, on es va poder observar on en un sistema automatitzat apareixien menys errors a l'hora de la classificació de les maletes, que no pas, als aeroports on s'opera manualment. Això és degut, a què existeix l'error humà, i aquest, és molt difícil de controlar per a garantir que l'operativa es durà correctament.

Per continuar, en el nostre cas, una vegada analitzat el sistema automatitzat de tractament d'equipatges s'ha pogut determinar com funciona exactament el sistema de facturació. Aquest procediment que va des d'on el passatger deixa la seva maleta als mostradors de facturació, fins que arriben les maletes a l'avió corresponent. Per tant, ara ja s'hauria complert l'objectiu principal d'aquest projecte, i és analitzar mitjançant la simulació el funcionament del procediment de transport d'equipatges. Gràcies a la simulació s'ha pogut veure d'una manera clara com intervenen tots els elements que componen els diferents escenaris que passa la maleta facturada en qüestió.

Una vegada analitzats els temps que tarden les entitats que transcorren en el model, s'ha vist que hi ha alguns aspectes que podrien millorar l'operativa d'aquest procediment.

Primer que tot, comença amb el temps que està estipulat la facturació dels equipatges. És ben lògic, que no sempre una millora, passa per l'augment dels recursos que actualment hi ha disponibles. Amb això s'intenta fer referència, per exemple, intentar posar més carrusels per classificar les maletes d'es d'un primer moment així s'intenta portar-les, per a què l'operari d'una manera més ràpida pugui efectuar la càrrega d'aquestes. Però com s'ha dit, això resultaria físicament impossible, ja que en un aeroport les dimensions que existeixen, inclús tenint en compte, que els sistemes de tractament d'equipatges ja estan dissenyats per la capacitat d'operativa d'aquell aeroport. Aquests sistemes, tant els carrusels com qualsevol recurs, tindria una dificultat implementar-lo.

Amb això, el que s'intenta explicar, és que a opinió personal s'hauria de regular el temps de facturació, no només del temps que un usuari te com a màxim de facturar la seva maleta, sinó també el temps mínim que poden facturar. El significat és que un usuari pot facturar la seva maleta quan vulgui, per tant, aquí ja entra en joc que aquesta maleta haurà d'anar al magatzem de dins del SATE, i que no sortirà fins que es produeixi l'hora corresponent per ser tractada. Per tant, la meua aportació seria intentar acotar un temps amb un màxim i un mínim de temps, així doncs, amb aquest motiu, els recursos interns del SATE, no estarien ocupats amb una maleta que encara queden moltes hores per a tractar.

El que s'intentaria és evitar que dintre del sistema SATE, es produís un coll de botella, ja que amb aquesta regulació el que s'intentaria és que els passatgers amb la mateixa destinació estarien dintre d'un interval i podríem estalviar recursos. Amb això, tindríem el mateix número de recursos, tant d'operaris com els recursos físics que utilitzen aquests.

Per acabar, a nivell conceptual i també personal la realització d'aquest treball ha complert amb els objectius establerts, és a dir, el coneixement dels conceptes bàsics en la facturació de les maletes. I sobretot, el que ha fet que es tingui clar com es desenvolupa tot el procediment és gràcies a la simulació dels escenaris del sistema automatitzat del tractament d'equipatges a través del programa de simulació SIMIO.

Capítol 6: Bibliografia i referències

6. Bibliografia i referències

AENA [Aena TV]. (2011, Junio 15)

AENA | SATE (Sistema Automático de Tratamiento de Equipajes). Recopilat de:
<https://www.youtube.com/watch?v=kYlwDLPXoo8>

AENA [Aena TV]. (2013, Junio 17)

AENA | SATE (Sistema Automático de Tratamiento de Equipajes) del Aeropuerto de Alicante.

Recopilat de: <https://www.youtube.com/watch?v=vMOTSDQmLQ0>

Amat, E. M. (2006). DOCUMENTO N°1 : MEMORIA Capítulo 1 : MEMORIA.

ARA [Diari ARA]. (2016, Maig 17)

Aquest és el recorregut de les teves maletes a l'aeroport del Prat.
<https://www.youtube.com/watch?v=GNOeqYZ-W-c>

Blanco, J. (2005). Ingeniería Aeroportuaria, 175.

Del, T., Simulación, T. F. C., En, D. E. F., & Aeropuerto, E. L. (2012). PASAJEROS Y AERONAVES EN EL AEROPUERTO DE BARCELONA-EL PRAT.

Demanda, A., & Rey, P. A. (2012). Modelo de Simulación de los Procesos en Patio de Equipajes en un Aeropuerto de, 71–94.

Domingo Calvo, M. (2011) La operación de aeropuertos. Madrid, España: Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea.

Garc, B., & Ni, J. (2015). Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Aeronáutica Diseño de un SATE para el aeropuerto de Valencia.

Garcia Cruzado, M. (2008) La operación de aeropuertos. Madrid, España: Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea.

Isidoro Carmona,A.,(2010), Operaciones Aeroportuarias. Madrid, España: Fundación Aena

Robusté, F. (1994). Gestión del equipaje en aeropuertos, 2–39. Retrieved from http://www.alt-tek.com/abertis/publicaciones_pdf/3.pdf

SALVÁN GARCÍA, D. (2006). Sistema para inspección automática de equipajes en aeropuertos, 236. Retrieved from <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/451c0b043592c.pdf>

Jessica Brunet Fibla

Sabadell, 05 Juliol 2016